

(11) Patent Application Laid-Open No. S55-22166

(21) Patent Application No. S53-95627

(22) Application date: August 5, 1978

(43) Publication date: February 16, 1980

(71) Applicant: Mitsubishi Metals, Co., Ltd.

(72) Inventor: Keizo OHSAKI

SPECIFICATION

1. Title of the Invention

PLASTIC MOLDED PRODUCT SORTING METHOD

2. Claim

A plastic molded product sorting method characterized by striking plastic molded products by a striking apparatus, detecting vibrations generated at that time, converting the vibrations into electrical signals, comparing the electrical signals with a preset reference signal, to sort the plastic molded products to material qualities.

3. Detailed Description of the Invention

The present invention relates to a method for sorting plastic molded products to material qualities, more particularly to a method for sorting plastic molded products to material qualities in the original form without breaking the plastic molded products.

The numbers of pallets or containers made of plastic currently used for distribution systems reach several billions. Because these pallets and containers are products exposed to the weather, they are deteriorated by ultraviolet light for approx. 10 years, strengths of

them are lowered, or they are faded, and thereby their commercial values are lowered and at least one million of them in a year are waste.

Therefore, waste plastics of these pallets and containers are recycled in order to prevent environmental pollution and effectively use petroleum resources.

Waste plastics of these pallets and containers may differ in material even for the same shape. For example, containers for beer include those formed of polyethylene resin and polypropylene resin even if they have the same shape.

When re-molding such waste plastics different in material, the quality of re-molded products may be lowered. Therefore, when performing re-molding, it is necessary to sort waste plastics by material qualities as pre-treatment.

Conventionally, to sort waste plastics by material qualities, there are a fluid-type wind-force sorting method, wet-type specific-gravity sorting method, static-electricity sorting method, and low-temperature shattering sorting method. The fluid-type wind-force sorting method is a method for separating plastics to upper and lower portions of a tilted screen in accordance with the difference between specific gravities under a fluid state by blowing air from the lower portion of the screen. In this case, it is necessary to previously uniform grain diameters and shapes of plastics. Moreover, the wet-type specific-gravity sorting method is a method for separating floating plastic and sinking plastic by using water or specific gravity solution. In this case, it is necessary to dry the plastics by washing out the solution after separation. Furthermore, the static-electricity sorting method is a method for sorting plastics by using the point that the generation quantity of static electricity

depends on the material quality of plastic. In this case, it is necessary to previously uniform the grain diameters and shapes of plastics and dry the plastics. Furthermore, the low-temperature shattering sorting method is a method for refrigerating plastics up to approx. -20°C and shattering it and sorting shattered pieces by a sieving apparatus, which uses that the size of shattered piece depends on the difference between brittle temperatures of plastics. In this case, it is necessary to previously refrigerate plastics.

However, though the above sorting methods purpose various types of waste plastics, when applying the methods to waste plastics of pallets and containers, the following trouble occurs. That is, it is necessary to shatter waste plastics to a proper size each time, thereby the process becomes complex, and the sorting cost increases. Moreover, because of sorting mixed shattered pieces, the sorting accuracy is limited. Furthermore, the material quality of plastics depends on a sorting method, it is necessary to combine various sorting methods depending on a material quality, and thereby a lot of time is required for sorting.

The present invention is made in view of the above situation and its object is to provide a sorting method capable of simply sorting waste products of a plastic molded product in the form of the original form without shattering them. That is, the present invention is characterized by striking a plastic molded product by a striking apparatus, detecting vibrations generate at that time, converting the vibrations into electrical signals, comparing the electrical signals with a preset reference signal and thereby, sorting a plastic molded product to material qualities.

An embodiment of the present invention is described below by referring to the accompanying drawings.

In the case of the present invention, the hammer 2 of a striking apparatus 1 strikes the surface of a plastic molded product 3 such as a pallet or container.

In this case, the plastic molded product 3 is supported by a cushioning material so that it does not resonate when it is stricken by the hammer 2. Moreover, as shown in Figure 5, the striking apparatus 1 is constituted by using a widely-known piano action. The striking apparatus 1 uses a solenoid 4 instead of a clavier. When electrifying the solenoid 4, one end of a wippen 5 is raised and the wippen 5 rotates counterclockwise. By following the rotation of the wippen 5, a hammer bat 7 is raised by a jack 6 and a hammer 2 set to the hammer bat 7 through a hammer shank strikes the surface of the plastic molded product 3. After the hammer 2 strikes the surface of the plastic molded product 3, the hammer 2 immediately returns to the original position by the resilience of a hammer spring 9 set to the hammer bat 7. In Figure 5, reference numerals 10, 11, and 12 denote fixed rails.

Therefore, it is possible to strike the surface of the plastic molded product 3 always with a constant force. Moreover, after the hammer 2 strikes the surface of the plastic molded product 3, it immediately returns to the original position but it does not continuously strike (chatter) the surface of the plastic molded product 3 a plurality of times.

The vibration generated when stricken by the hammer 2 depends on the hardness of the plastic molded product 3. That is, the vibration depends on the material quality of the plastic molded product 3. Moreover, the vibration is detected by a piezoelectric acceleration detector 14 set to the plastic molded product 3 and converted into an electrical signal.

In this case, the piezoelectric acceleration detector 14 is constituted by using quartz, Rochelle salt, barium titanate, or lead zirconate titanate and set to a position separate from the striking position of the hammer 2 by a constant interval (normally, approx. 10 cm).

A striking signal (refer to a in Figure 2) converted into an electrical signal by the piezoelectric acceleration detector 14 (refer to a in Figure 2) is amplified by an amplifier 15 (refer to b in Figure 2), noise components (signals other than signals generated by striking) of the electrical signal are removed by a wave filter 16, the passing frequency band of the wave filter 16 is minutely divided by a wave filter 17, a characteristic specific frequency band (refer to c in Figure 2) is selected by the plastic molded product 3 and converted into an envelop by an envelop converter 18 (refer to d in Figure 2), and a peak value V and wave width T are obtained.

A striking signal converted into an envelop is sent to comparators 19, 20, and 21. A high-level set value V_1 set by a peak-value adjuster 24 is input to the comparator 19 as a comparison signal. When the peak value V of the striking signal is higher than the high-level set value V_1 , a material-quality determination signal A_1 is output from the comparator 19. Moreover, a low-level set value V_2 set lower than the high-level set value V_1 is input to the comparator 20 as a comparison signal by a peak value adjuster 25. When the peak value V of the striking signal is lower than the low-level set value V_2 , a material-quality determination signal B_1 is output from the comparator 20. Moreover, a low low-level set value V_3 lower than the low-level set value V_2 is input to the comparator 21 as a comparison signal by a peak value adjuster 26. When the peak value V of the striking signal is higher than the low low-level set value V_3 , a signal C is output from the

comparator 21 and input to the comparators 22 and 23. When the signal C is input to the comparator 22 within a set time T_1 set by a time adjuster 27, a material-quality determination signal A_2 is output. Moreover, when the signal C is input to the comparator 23 on and after a set time T_2 set longer than the set time T_1 by a time adjuster 28, a material-quality determination signal B_2 is output. When the peak value V of the striking signal is present in an intermediate band between the high-level set value V_1 and the low-level set value V_2 , an object is treated as an object other than material quality determined by the comparators 19 and 20 or as a specially difficult object. Moreover, also when the time in which the peak value V of the striking signal is lowered up to the low low-level set value V_3 is present in an intermediate band between the set times T_1 and T_2 , an object is treated as an object other than the material quality determined by the comparators 22 and 23 or a specially difficult object.

In this case, when plastic molded products to be sorted are formed of polypropylene resin and polyethylene resin, set values V_1 , V_2 , V_3 , T_1 , and T_2 are set in accordance with vibration characteristics (peak value and wave width) of these resins.

Moreover, when the envelop of the striking signal of the plastic molded product 3 is the curve a shown in Figure 3, the material-quality determination signal A_1 is output from the comparator 19 and a material-quality determination signal A_2 is output from the comparator 22 and the material quality of the plastic molded product 3 is determined in accordance with these signals A_1 and A_2 . Furthermore, the envelop is the curve b shown in Figure 3, the material-quality determination signal B_1 is output from the comparator 20 and the material-quality determination signal B_2 is output from the comparator 23 and the material

quality of the plastic molded product 3 is determined in accordance with these signals B_1 and B_2 . Furthermore, when the envelop is the curve a shown in Figure 4, the material-quality determination signal A_1 is output from the comparator 19 and the material-quality determination signal B_2 is output from the comparator 23, and the material quality of the plastic molded product 3 is determined in accordance with these signals A_1 and B_2 . Furthermore, when the envelop is the curve d shown in Figure 4, the material-quality determination signal B_1 is output from the comparator 20 and the material-quality determination signal A_2 is output from the comparator 22 and the material quality of the plastic molded product 3 is determined in accordance with these signals B_1 and A_2 .

As described above, when determining a material quality from a combination of two material-quality determination signals, a determination accuracy is high and four types of material qualities can be determined. However, when determining two types of material qualities, it is possible to determine the two types of material qualities in accordance with the signals A_1 and B_1 . In this case, it is enough to use only the comparators 19 and 20.

Then, a specific example of the present invention is described.

A container for beer made of polypropylene resin and a container for beer made of polyethylene resin are stricken by a 30-g brass hammer set to a piano action and vibrations generated in this case are detected by a piezoelectric acceleration detector set to the surface position of a container 10 cm separate from the striking point of the hammer to convert the vibrations into electrical signals and then, the electrical signals are amplified by a 76-db amplifier and waveforms of the signals are measured by an oscilloscope. Reference signals

$V_1=15.5V$, $V_2=15V$, $V_3=4V$, $T_1=6ms$, and $T_2=6.7ms$ are set in accordance with the measurement results. Then, as a result of striking the total of 100 containers for beer made of polypropylene resin (products exposed to air for 8 years) and containers for beer made of polyethylene resin (products exposed to the weather for 10 years) as described above and sorting them, it is possible to accurately sort 98 products to material qualities. Remaining two products which are difficult to sort are a container which is greatly cracked and a container to which much coal tar is attached.

For the above embodiment, a case of using a piano action as the striking apparatus 1 is shown. However, the striking apparatus 1 is not restricted to the piano action. In short, it is allowed to use any apparatus as long as the apparatus can provide a single strike for a plastic molded product at a constant force. Moreover, a piezoelectric acceleration detector is used to detect vibrations supplied from the striking apparatus 1. However, a detector is not restricted to the piezoelectric acceleration detector. In short, a sound/electrical-signal converter (microphone) or any apparatus capable of converting the vibration generated at the time of a strike into an electrical signal can be used.

As described above, according to the present invention, it is possible to simply sort plastic molded products to material qualities in the form of prototypes without shattering them. Therefore, the sorting cost is low and sorting can be quickly performed. The present invention is particularly effective for sorting waste plastics of pallets and containers and extremely contributes to prevention of pollution and effective use of petroleum resources.

4. Brief Description of the Drawings

Figure 1 is a block diagram of an apparatus for executing the present invention;

Figures 2(a) to 2(d) are waveform diagrams of striking signals;

Figures 3 and 4 are illustrations for explaining a method of the present invention; and

Figure 5 is a side view showing a striking apparatus.

Description of reference numerals

1...Striking apparatus, 2...Hammer, 14...Piezoelectric acceleration detector, 15...Amplifier, 16, 17...Wave filter, 18...Envelop converter, 19, 20, 21, 22, 23...Comparator, 24, 25, 26...Peak value adjuster, 27, 28...Time adjuster

Figure 1

#1 Reference voltage

#2 A₁ signal

#3 B₁ signal

#4 C signal

#5 A₂ signal

#6 B₂ signal

40518106

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報 (A)

昭55-22166

⑫ Int. Cl.³
G 01 N 29/04

識別記号

府内整理番号
7145-2G

⑬ 公開 昭和55年(1980)2月16日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 6 頁)

④ プラスチック成型品の分別方法

⑤ 特 願 昭53-95627

⑥ 出 願 昭53(1978)8月5日

⑦ 発明者 大崎敬三
武藏野市吉祥寺本町四丁目22番

3号

⑧ 出願人 三菱金属株式会社
東京都千代田区大手町1丁目5
番2号

⑨ 代理人 弁理士 志賀正武

明細書

1. 発明の名称

プラスチック成型品の分別方法

2. 特許請求の範囲

プラスチック成型品を打撃装置で打撃し、
そのとき発生する振動を検出してこれを電気
信号に変換し、この電気信号を予め設定した
基準信号と比較することによりプラスチック
成型品を材質別に分別することを特徴とする
プラスチック成型品の分別方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明はプラスチック成型品を材質別に分
別する方法に関するもので、更に詳しくはプラスチック
成型品の廃棄物を破砕することなく原型の
ままで材質別に分別する方法に関するものである。

現在、流通系において使用されているプラ
スチック類のパレットやコンテナー類は数

10億個に達している。これらパレットやコンテナー類は大量品であることから、10年程度で紫外線によって劣化が生じたり、強度が低下したり、あるいは退色したりして商品価値が下がり、年間数100万個以上が廃棄されている。

そこで、これらパレットやコンテナー類の
廃棄プラスチックは、公害の防止と共に、石
油資源の有効活用のために再生加工されてい
る。

ところで、これらパレットやコンテナー類
の廃棄プラスチックは同一形状のものであつても
材質が異なる場合がある。例えばビール用
コンテナーは、同一形状のものであつても
ポリエチレン樹脂で形成されたものやポリブ
ロピレン樹脂で形成されたものがある。

これら材質の異なる廃棄プラスチックを分
別しないで混合したままの状態で再成型する
と、再成型品の品質が低下する傾れがある。

このための再生加工を行なう場合には前処理として廃棄プラスチックを材質別に分別しておく必要がある。

従来、廃棄プラスチックを材質別に分別する方法としては、流動式風力選別法、浸式比重選別法、静電気選別法、低温破碎選別法等がある。流動式風力選別法は、傾斜しているスクリーンに下から空気を吹き込んで流動状態で比重の差によつてプラスチックをスクリーンの上下に分離する方法で、予めプラスチックの粒径、形状をそろえておく必要がある。また浸式比重選別法は、水または比重液を用いて浮上するプラスチックと沈下するプラスチックとを分離する方法で、分離後に洗浄して比重液を洗い落して乾燥させる必要がある。また静電気選別法は、プラスチックの材質によつて静電気の発生量が異なる点を利用して選別する方法で、予めプラスチックの粒径、形状をそろえると共に、乾燥させてお

く必要がある。また低温破碎選別法は、-20℃位までプラスチックを冷却して破碎し、これら破碎片を専用装置により選別する方法で、プラスチックの脆化温度の差によつて破碎片の大きさが異なることを利用しているが、予めプラスチックを冷却する必要がある。

しかしながら、上述の分別方法は種々の廃棄プラスチックを対象としているが、パレットやコンテナー類の廃棄プラスチックに適用した場合には以下に述べるような不都合が生じる。すなわち、廃棄プラスチックをいちいち適当な大きさに破碎しなければならず、このため工程が複雑となり、分別コストが高価になる。また混合破碎品を分別するため、分別精度に限界がある。さらにプラスチックの材質によつて分別方法が異なり、材質によつては種々の分別方法を組み合せる必要があり、このため分別に長時間を要する。

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、

プラスチック成型品の廃棄物を破碎することなく原型のままで簡単に材質別に分別し得る分別方法を提供することを目的とする。すなわち、本発明はプラスチック成型品を打撲装置で打撲し、そのとき発生する振動を検出してこれを電気信号に変換し、この電気信号を予め設定された基準信号と比較することによりプラスチック成型品を材質別に分別することを構成するものである。

以下本発明の一実施例を図面を参照して説明する。

本発明にあつては、まず打撲装置1のハンマー2でパレット、コンテナー類のプラスチック成型品3の表面を打撃する。

ここで、プラスチック成型品3はハンマー2で打撃されたとき共振しないように緩衝材で支持されている。また打撲装置1は第5図に示すように公知のピアノアクションを利用して構成されている。この打撲装置1は、盤

盤の代わりにソレノイド4が使用されており、そしてこのソレノイド4に通電するとウイーベン5の一端部が押し上げられてウイーベン5が反時計方向に回動する。ウイーベン5の回動に伴なつてジャイタ6によりハンマーベット7が押し上げられ、ハンマーベット7にハンマーシヤンク8を介して取付けられたハンマー2がプラスチック成型品3の表面を打撃する。ハンマー2がプラスチック成型品3の表面を打撃した後はハンマーベット7に設けたハンマーベネ9の弾力によりハンマー2が直ちに元の位置に復帰する。なお図中10, 11, 12は固定レールである。

したがつて、常に一定の力でプラスチック成型品3の表面を打撃することができる。またハンマー2はプラスチック成型品3の表面を打撃した後、直ちに元の位置に復帰して、プラスチック成型品3の表面を複数回連続打(ヒビリ)するようなことがない。



特開昭55-22166(3)

ハンマー2で打撃された際に発生する振動は、プラスチック成型品3の硬度によつて異なる。すなわちプラスチック成型品3の材質によつて異なる。そしてこの振動は、プラスチック成型品3に取付けた圧電加速度型検出器14で検出されて電気信号に変換される。

ここで、圧電加速度型検出器14は、機械的歪を与えると電位差を発生する例えば水晶、ロツシエル塩、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン鉛等の圧電素子を使用して構成されており、そして前記ハンマー2の打撃位置から一定の間隔（通常は10cm位）はなれた位置に取付けられている。

圧電加速度型検出器14で電気信号に変換された打撃信号（第2図a参照）は、増幅器15で増幅（第2図b参照）され、渦波器16で雜音成分（打撃で発生する以外の信号）が除去され、そして渦波器17で渦波器16の

通過周波数帯が細かく分けられてプラスチック成型品3によつて特徴のある固有振動帯域（第2図c参照）が選別された後、包絡線変換器18で包絡線に変換され（第2図d参照）、信号の形状、すなわち波高値Vと波巾Tとが求められる。

包絡線に変換された打撃信号は比較器19、20、21に送られる。比較器19は波高値設定器24によつて設定された高レベル設定値V₁が比較信号として入力されており、打撃信号の波高値Vが高レベル設定値V₁よりも高いときに比較器19から材質判別信号A₁が出力されるようになつてゐる。また比較器20は波高値設定器25によつて前記高レベル設定値V₁よりも低く設定された低レベル設定値V₂が比較信号として入力されており、打撃信号の波高値Vが低レベル設定値V₂よりも低いときに比較器20から材質判別信号B₁が出力されるようになつてゐる。また比

較器21は波高値設定器26によつて前記低レベル設定値V₂よりも低い低・低レベル設定値V₃が比較信号として入力されており、打撃信号の波高値Vが低・低レベル設定値V₃よりも高いときに信号Cが比較器21から出力されて、該信号Cが比較器22及び23に入力されるようになつてゐる。また比較器22は時間設定器27によつて設定された設定時間T₁以内に信号Cが入力されたとき材質判別信号A₂が出力されるようになつてゐる。また比較器23は時間設定器28によつて前記設定時間T₁よりも長く設定された設定時間T₂以後に信号Cが入力されたとき材質判別信号B₂が出力されるようになつてゐる。なお打撃信号の波高値Vが高レベル設定値V₁と低レベル設定値V₂との中间帯にあるときには比較器19、20で判別される材質以外のものであるか、あるいは判別困難なものとして処理されるようになつてゐる。また打撃

信号の波高値Vが低・低レベル設定値V₃にまで下る時間が設定時間T₁とT₂との中间帯にあるときにも、比較器22、23で判別される材質以外のものであるか、あるいは判別困難なものとして処理されるようになつてゐる。

ここで設定値V₁、V₂、V₃、T₁、T₂は、分別しようとするプラスチック成型品が例えばポリプロピレン樹脂やポリエチレン樹脂で成型されている場合にはこれら樹脂の振動特性（波高値、波巾）を基にして定められている。

そして、プラスチック成型品3の打撃信号の包絡線が第3図に示すaのような場合には比較器19から材質判別信号A₁が出力され、また比較器22から材質判別信号A₂が出力されて、これら信号A₁、A₂からプラスチック成型品3の材質が判別される。また第3図に示すbのような場合には比較器20から材質判別信号B₁が出力され、また比較器23

から材質判別信号 B_1 が output されて、これら信号 B_1, B_2 からプラスチック成型品 3 の材質が判別される。また第 4 図に示す d のような場合には比較器 19 から材質判別信号 A_1 が output され、また比較器 23 から材質判別信号 B_2 が output され、これら信号 A_1, B_2 からプラスチック成型品 3 の材質が判別される。また第 4 図に示す d のような場合には比較器 20 から材質判別信号 B_1 が output され、また比較器 22 から材質判別信号 A_1 が output され、これら信号 B_1, A_1 からプラスチック成型品 3 の材質が判別される。

なお上述の如く二例の材質判別信号の組合せから材質を判別すれば判別精度が高く四種の材質を判別し得る。しかしこれ二種の材質を判別するような場合にあつては信号 A_1 , B_1 からでも判別が可能である。このとき比較器は 19 と 20 のみでよい。

次に本発明の具体例を説明する。

つた。

なお上記実施例では打撃装置 1 としてピアノアクションを利用した場合を示したが、これに限られるものではなく、要は一定の力で单一打撃をプラスチック成型品に与えることができるものであればよい。また打撃装置 1 で与えられた振動を検出するのに圧電加速度型検出器を使用したが、これに限られるものではなく、要は音響/電気信号変換器（マイクロフォン）やその他打撃時に発生する振動を電気信号に変換し得るものであればよい。

以上説明したように本発明によれば、プラスチック成型品を破壊することなく原型のまま簡単に材質別に分別し得るから分別コストが安価な上に分別が迅速に行なえ、特にペレットやコンテナー類の高級プラスチックの分別に効果が有り、公害の防止及び石油資源の有効活用に著しく貢献する。

4. 図面の簡単な説明

特開昭55-22166(4)

ポリプロピレン樹脂製のビール用コンテナーとポリエチレン樹脂製のビール用コンテナーをピアノアクションに設けた 30g 鉄鋼製ハンマーで打撃し、このとき発生した振動をハンマーの打撃地点から 1.0cm 離れたコンテナーの接面位置に取付けた圧電加速度型検出器で検出して電気信号に変換した後、76db の増幅器で増幅し、オシロスコープで波形を測定した。この測定結果を基にして基準信号 $V_1 = 15.5V$, $V_2 = 15V$, $V_3 = 4V$, $T_1 = 6ms$, $T_2 = 6.7ms$ を設定した。そしてポリプロピレン樹脂製のビール用コンテナー（8年経過天晴品）とポリエチレン樹脂製のビール用コンテナー（10年経過天晴品）合計 100 個を前述のようにして打撃して分別した結果、98 個を正確に材質別に分別することが出来た。なお分別困難な残りの 2 個は、コンテナーに大きな割れの発生したものと、多量のコールタールが附着したものである。

第 1 図は本発明を実施するためのブロック図、第 2 図 a, b, c, d は打撃信号の波形図、第 3 図、第 4 図は本発明の方法を説明するための説明図、第 5 図は打撃装置の一例を示す側面図である。

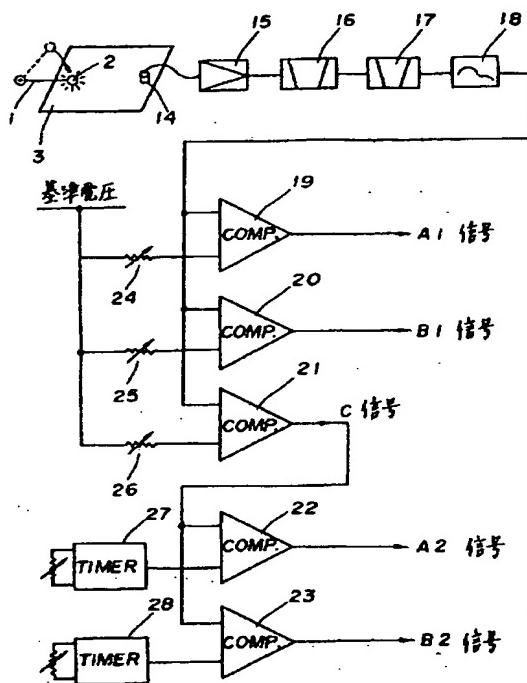
図中

- 1 ……打撃装置、2 ……ハンマー、14 ……圧電加速度型検出器、15 ……増幅器、
16, 17 ……尹波器、18 ……包絡線変換器、19, 20, 21, 22, 23 ……比較器、
24, 25, 26 ……波高値設定器、
27, 28 ……時間設定器。

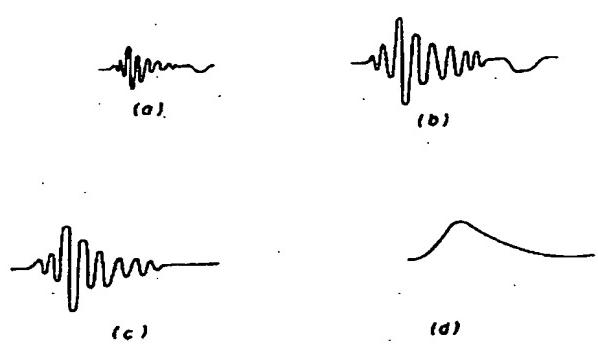
出願人 三菱金属株式会社

代理人 弁理士 志賀正武

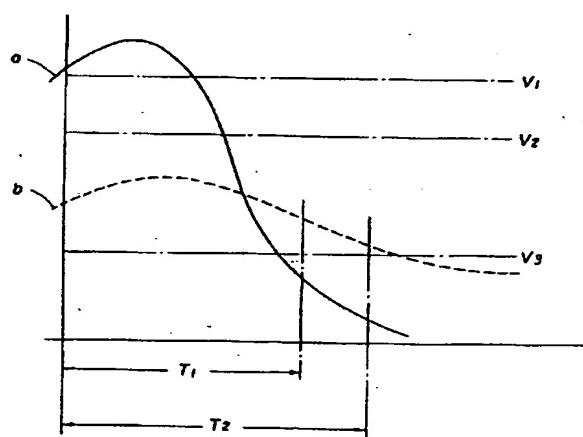
第1図



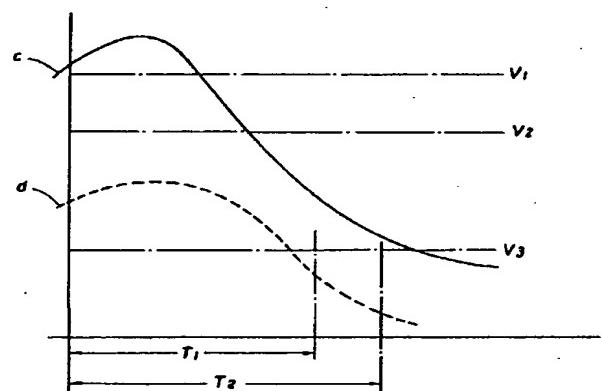
第2図



第3図



第4図



第5図

